

# Request Form for Translation

Translation Branch  
The world of foreign prior art to you.



U. S. Serial No. : 09/210,545  
Requester's Name: Brian Genco  
Phone No. : 305-7881  
Fax No. : \_\_\_\_\_  
Office Location: PK2 6C41  
Art Unit/Org. : 2615  
Group Director: Joe Rolla  
Is this for Board of Patent Appeals? NO  
Date of Request: 9/19/02  
Date Needed By: 10/10/02  
(Please do not write ASAP-indicate a specific date)

PTO 2002-4955

S.T.I.C. Translations Branch

Phone: 308-0881  
Fax: 308-0989  
Location: Crystal Plaza 3/4  
Room 2C01

## SPE Signature Required for RUSH:

### Document Identification (Select One):

\*\*(Note: Please attach a complete, legible copy of the document to be translated to this form)\*\*

1. Patent Document No. 98/19270  
Language German  
Country/Code WO  
Publication Date \_\_\_\_\_  
No. of Pages \_\_\_\_\_ (filled by STIC)  
2. Article Author \_\_\_\_\_  
Language \_\_\_\_\_  
Country \_\_\_\_\_  
3. Other Type of Document PCT  
Country Germany?  
Language German?

Document Delivery (Select Preference): E-mailed  
Delivery to Exmr. Office/Mailbox Date: 10-10-02 (STIC Only)

Call for Pick-up Date: \_\_\_\_\_ (STIC Only)

To assist us in providing the most cost effective service, please answer these questions:

Will you accept an English Language Equivalent?  
yes (Yes/No)

Will you accept an English abstract?  
NO (Yes/No)

Would you like a consultation with a translator to review the document prior to having a complete written translation?  
NO (Yes/No)

Check here if Machine Translation is not acceptable:  
(It is the default for Japanese Patents, '93 and onwards with avg. 5 day turnaround after receipt)

## STIC USE ONLY

### Copy/Search

Processor: Ke J  
Date assigned: 9/19  
Date filled: \_\_\_\_\_  
Equivalent found: \_\_\_\_\_ (Yes/No)

Doc. No.: \_\_\_\_\_  
Country: \_\_\_\_\_

Remarks: \_\_\_\_\_

### Translation

Date logged in: 9/19/02  
PTO estimated words: 4600  
Number of pages: 18  
In-House Translation Available: \_\_\_\_\_  
In-House: \_\_\_\_\_ Contractor: \_\_\_\_\_  
Translator: \_\_\_\_\_ Name: MC  
Assigned: \_\_\_\_\_ Priority: 1  
Returned: \_\_\_\_\_ Sent: 9-24-02  
Returned: 10-10-02

PTO 02-4955

International Publication No.  
WO 98/19270 A2

LIGHT-SENSITIVE SENSOR UNIT FOR AN ELECTRONIC CAMERA WITH A FLAT  
ARRANGEMENT OF PIXELS AND A METHOD OF READING PIXELS FOR  
COLOR-SIGNAL PROCESSING

Ulrich Seger et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C. OCTOBER 2002  
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY

INTERNATIONAL PATENT OFFICE  
WORLD ORGANIZATION FOR INTELLECTUAL PROPERTY

International application published on the basis  
of the Patent Cooperation Treaty

INTERNATIONAL PUBLICATION NO. WO 98/19270 A2

International Patent Classification <sup>6</sup> :	G 06 T
International Filing No.:	PCT/DE97/02527
International Filing Date:	October 30, 1997
International Publication Date:	May 7, 1998
Priority	
Date:	October 31, 1996
Country:	Germany
No.:	196 44 096.3
Date:	January 8, 1997
Country:	Germany
No.:	197 00 381.8
Designated States:	US, European Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)

LIGHT-SENSITIVE SENSOR UNIT FOR AN ELECTRONIC CAMERA WITH A FLAT  
ARRANGEMENT OF PIXELS AND A METHOD OF READING PIXELS FOR  
COLOR-SIGNAL PROCESSING

[Lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische Kamera, mit einer flächigen Anordnung von Bildpunkten sowie verfahren zum auslesen der Bildpunkte zur Farbsignalverarbeitung]

Inventors; and	
Inventors/Applicants (only for US):	Ulrich Seger et al.
Applicant (for all designated states except US):	Institut für Mikroelektronik Stuttgart

Published

Without international search report and to be republished after receipt of report.

### Technical field

/1\*

The invention concerns a light-sensitive sensor unit for an electronic camera with a flat, grid-like arrangement of pixels in columns and rows. The pixels are individually addressable by means of an address decoder and are connected column-wise to read lines and can be read by means of a readout unit.

More specifically, an image sensor with a pixel arrangement is described, which is suitable for performing the analog signal-processing steps of image preparation and evaluation in sensor components. A configurable digital logic control unit, in connection with a sensor array that can be accessed selectively and the device of several parallel signal paths, provides brightness information simultaneously for each color channel for each individual pixel. In this way, a color channel is derived directly from the pixel, and the two other channels are derived through interpolation of the directly adjacent pixels. This lays the foundation for various analog "on-chip" signal-processing functions.

### State of the art

Several methods are used for recording color images with semiconductor sensors. The methods are distinguished on the basis of different fundamental sensor structures (CCD\_IT, CCD\_FT, CIT, CMOS\_xy, ...), their addressing options (linear, random, multi-pixel access), their color filter technology (RGB, CMY, CMYW, ...) and arrangement (orthogonal, hexagonal), and shape (square pixel, rectangular pixel), and not least also by the input optical imaging system (beam splitter, monocular + filter wheel), or lighting system integrated in the system (e.g., stroboscopic color lighting).

/2

This method is similar to color capture, where an a priori monochromatic chip sensor is used for detection and the "color splitting" is performed by the "capture" of an image into several, simultaneously overlapping spectral channels. The calculation of the color value (i.e., the position of a color value in a three-d color space) is then performed, as a rule, outside of the sensor component.

The simplest method for obtaining a color image is the use of a rotating filter wheel with different color filters in the optical beam path. This method also offers the best "cositing," i.e., agreement of measured color value and the location of the measured point, because one and the same image is used for the sequential capture in different color channels and causes the same errors in all channels. However, due to the achievable recording speed (limited by the filter

---

\* [Numbers in the right margin indicate pagination in the original foreign text.]

wheel speed and the necessity of generating several sequential color-separation images), this recording technology is less suitable for recording moving pictures.

Similar reasoning applies for camera systems that operate with stroboscopic color lighting. However, such systems are sensitive to stray light and thus can only be used in the near field, as much as possible without stray light (e.g., endoscopy).

The best color resolution for moving-picture analysis is achieved by camera systems with a three-chip arrangement, which divide each point of the object space into three or four sensor matrices, filter each optical channel separately, and thus lead to three or four different representations of the same pixel (object-specific) recorded simultaneously.

Likewise, color scanner systems achieve very good results with a separate line for each color channel. These systems record a scene in a time-multiplexed way with sensors equipped with different color filters. /3

The most cost-efficient realization of color sensors, but at the same time, the worst configuration in terms of quality, is the one-chip solution with color mosaic filters, for which the color pixels are formed by mounting a mosaic-like structured filter layer directly on the sensor cells. However, this realization is favored in nearly all low-cost applications due to the production costs. Here, under-scanning of the chrominance value is taken into account.

Until now, the following color models have essentially been used for the numerical description of color values:

- RGB color model
- CMYK or CMY color model
- HSV color model

Each of these color models requires the representation of an image in different color-separation images, which must be overlapped and from which a color value for each location on the sensor must be allocated. For this purpose, e.g., color filters (CFA: color filter arrays) are mounted on the sensor and structured lithographically so that the signals of individual sensor points can be allocated to a "color channel." The signals of several sensor cells must then be considered relative to each other.

Common color filter systems are the Bayer model, the Old Sony model, the SONY Mavica filter, the CMY model, the Hitachi model, and a generic RGB (staggered) model (see Figure 1, in the described sequence from left to right).

In nearly all cases, the fundamental sensor arrangement is an orthogonal matrix with essentially linear sensor cells. /4

A measure for the quality of a mosaic model is the so-called "cositing," i.e., the quality, with which the calculated color-separation models can be brought into an overlapping state. If color points cannot be exactly overlapped, then color fringes result at the imaged edges, which

causes interference. These color fringes also result for cameras with filter wheels, when the scene changes so quickly that the objects have already shifted between the readout of the first and the next color-separation image.

Known color filter systems are described, e.g., in the following articles: M. A. Kriss, "Color Filter Arrays for Digital Electronic Still Cameras," Proceedings of IS&T's 49th Annual Conference, pp. 272-278, 1995; Jaroslav Heyneczek, "BCMD - An Improved Photosite Structure for High-Density Image Sensors," IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 38, No. 5, pp. 1011-1020, May 1991; John E. Greivenkamp, "Color-dependent optical prefilter for the suppression of aliasing artifacts," Applied Optics / Vol. 29, No. 5, Feb. 1990; and K. A. Parulski, "Color Filters and Processing Alternatives for One-Chip Cameras," IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-32, No. 8, pp. 1381-1389, August 1985.

### Description of the invention

The invention is based on the task of configuring a light-sensitive sensor unit for an electronic, preferably color-capable camera with a flat arrangement of pixels such that color signal evaluation can be done more quickly and with increased quality. More specifically, the sensor unit should essentially use entirely the fast signal processing of HDRC image sensors, i.e., light-sensitive sensors, whose output characteristic lines have a logarithmic profile. Finally, a method for integrated signal preparation should be disclosed, which supports variable image sensor architecture and allows fast signal processing.

The solution of the invention is disclosed in Claim 1, which describes a light-sensitive sensor unit. A method according to the invention is the object of Claim 20. Features that advantageously refine the concept of the invention are the objects of the subordinate claims.

/5

According to the invention, a light-sensitive sensor unit for an electronic camera comprises a flat, grid-like arrangement of pixels with columns and rows, where the pixels are individually addressable by an address decoder and connected column-wise to read lines and can be read by a readout unit such that in each column, there are at least two read lines, which are connected to pixels arranged in the corresponding column and also to a readout unit, so that a selected, central pixel can be read electrically independent of and isochronously with directly and/or indirectly adjacent pixels, which together form a group.

For isochronous reading of pixels arranged in a column, it is necessary to have at least two separate read lines per column. Here, however, the term column refers not only to the strict linear case of vertical pixels, but also to pixels that are arranged slightly offset from one another, such as, for hexagonal grids.

The method according to the invention for reading and evaluating pixels in the previously described light-sensitive sensor unit provides parallel addressing of at least one group of pixels,

which are arranged around a selected pixel, the center pixel, and reads isochronously the adjacent pixels according to color-class association with the center pixel by means of a readout unit.

The idea of parallel addressing and processing of adjacent groups at a selected center pixel forms the basis of the method according to the invention. Thus, the method is used for disassociating a convolution operation (such convolution or filtering operations are commonly used in image processing and evaluation for increasing contrast and for smoothing) into a series of pixel accesses, for which the pixel groups that have equal weights corresponding to a convolution matrix are addressed in common and their output values are averaged during the readout process and then weighted. Processing of sensor output values is then done partially on the output line and partially in an output-connected analog or digital arithmetic unit, which performs an averaging of individual accesses on the image groups.

/6

The filter behavior of such active image sensors can be adapted to different convolution kernels by changing the extent of equally weighted image groups. Thus, for a sensor array with an orthogonal arrangement, the address decoder must be set separately in the x and y direction to different numbers for simultaneously addressing adjacent pixels.

#### Brief description of the drawings

The invention will be described in the following with reference to embodiments relative to the drawings without limiting the general concept of the invention. Shown are:

Figure 1, overview of the classic color-filter arrangements of various manufacturers,

Figure 2, pixel arrangements with central symmetry point,

Figure 3, arrangement of pixels, which are each allocated to different primary colors,

Figure 4, principle illustration of the profile according to the invention of the read lines per column,

/7

Figure 5, sequential illustration for changing the pixels, which are each read simultaneously, of one read group,

Figure 6, pixel groups that can be read in parallel in a hexagonal grid arrangement,

Figure 7, readout and processing unit for hexagonal pixel arrangement, and

Figure 8, illustration of under-sampled grid points.

#### Description of embodiments

Figure 1 illustrates an overview of known classic color-filter arrangements, which have already been described in the description introduction.

The readout and evaluation method is preferably based on a star-shaped arrangement of photo-sensitive, spatially packed pixels B as repeating, same-size sub-groupings (see Figure 2), which lie on a substrate representing a light-sensitive surface and which can be read

isochronously. The star-shaped arrangement is formed by a center Z, which corresponds to the center of gravity of an imaginary or real pixel, from which several "beams" S radiate outwards to real pixels lying on a regular grid such that the position of the individual grid points is selected with sensors arranged symmetrically and equidistant to the center.

A color model for the light-sensitive sensor unit according to the invention is illustrated in Figure 3, which shows the pixels in a type of hexagonal arrangement, wherein the color associations for the primary colors red (R), green (G), and blue (B) alternate cyclically in the indicated way. The arrangement comes from the overlapping of two orthogonal grids, which are shifted relative to each other like a comb.

/8

Figure 4 illustrates a division according to the invention of two read lines per column for the case of an orthogonal grid arrangement (see figure on left) and also for the case of a hexagonal grid arrangement (see figure on right) of pixels. In the orthogonal case, each pixel is directly associated with two read lines, while in the orthogonal [sic; hexagonal] case, each pixel is associated with one read line due to the slightly shifted arrangement of pixels per column.

For reading, the pixels are switched in an alternating way on the read line for even-numbered and odd-numbered rows, so that each read line detects only half of the pixels per column.

In Figure 5, the pixels that are addressed isochronously for the readout process and simultaneously read are shaded. In this way, the pixel group in the first readout process (Figure 5a), which is grouped cyclically about the center pixel B, is read out in common with the center pixel B.

In an immediately following readout step, the pixel group next in the propagation direction (see arrow) is addressed around the center pixel R and read out, etc. (see Figures 5b and c).

For the special case of a sensor array with hexagonal pixel arrangement, which is illustrated in Figure 6, the points described in the following are important for resolution control.

With the use of separate column lines ( $x_0, \dots, x_9$ ), for even-numbered and odd-numbered rows, there is the possibility of simultaneously addressing the center pixel and also the ring of the six next adjacent pixels. For this purpose, the adjacent rows above and below the center pixel, and also the two adjacent columns to the right and left are also addressed. The hexagonal design allows the use of identically weighed coefficients for all simultaneously detected pixels. The video signal that is set by the interaction of several amplifiers, reproduces the average brightness value across all active sensor pixels according to simulations.

/9

The video signals leading out from the array over the read lines (drawn in bold in the figure) are switched to several processing channels by means of a suitable multiplexer circuit M designed corresponding to the application and the cell arrangement. Another advantage of the



double configuration of read lines is that the number of MOS switches for the individual read lines and the associated node capacitance is halved. Thus, for the same driver power in individual pixels, the transient process is significantly shorter on the read line after the change of the addressed pixel rows.

Color evaluation based on three spectral regions gives other multiplexer configurations like, e.g., for a low-pass filter of monochromatic image contents. Various designs of this multiplexer M can be produced through programming or, analogous to the gate array, through a common master structure with different unique features.

Because the sensors used in the HDRC technology enable, in principle, a high readout rate through internal parallel construction, the readout signals can be read in analog and processed essentially in analog. The parallel post-processing will be discussed again at a later point.

The semi-hexagonal arrangement requires that the odd-numbered intermediate rows (odd rows) are shifted to the left by a half pixel width relative to the even-numbered rows (even rows). The first row with the index 0 is thus moved against the edge. Through the use of two separated column lines for the same pixel addresses in odd and even rows, a uniform layout can be achieved for all pixels, so that, despite the orthogonal layout, the dense approximation of an actual hexagonal grid is guaranteed.

/10

The isochronous addressing of another pixel ring around the center pixel can only be maintained in the edge region without interference when the actual sensor array contains one row and two columns more per side than are used for the image representation (edge-value problem for filters).

In Figure 7, the hexagonal pixel arrangement given in Figure 6 is expanded with a schematic readout and processing unit. The pixel arrangement enables the average voltage value of the buffered voltage outputs on the read lines to be determined. In the case of logarithmic input values, the geometric average of the input values is given with good approximation.

A special decoder arrangement allows the selection of  $j$  of  $i$  rows. Another decoder arrangement, which controls a multiplexer, allows the selection of  $n$  of  $m$  lines through suitable switching. In Figure 7, e.g., 5 of the 10 illustrated lines are selected and switched to the weighting circuit C1, ..., C5.

Furthermore, there is a color channel weighting and processing unit V, so that the outputs of all isochronously addressed pixels are led outwards in parallel (to the array edge) and can be processed isochronously.

In the previous example of the hexagonally oriented sensor, five lines are necessary in order to read seven sensor pixels isochronously. A multiplexer logic circuit M between the read line and the weighting network G supplies the corresponding addressed channels (for color

evaluation, typically five channels) to "its" amplifiers. The weighting network G here comprises six channels with somewhat different weighting coefficients ( $*C_1, \dots, *C_6$ ), of which five are simultaneously active (two "singles" here switched on  $*C_1$  and  $*C_5$ , 2 "pairs" here switched on  $*C_2$  and  $*C_4$ , one "center" here switched on  $*C_3$ ). For use as a color-capable image sensor, the arrangement of the

/11

color mosaic filter must be configured corresponding to the sequence shown in Figure 3, which guarantees that directly adjacent pixels of the pixel of one color class belong exclusively to the other color classes. The channel amplifiers can be designed so they can be programmed online, in order to be able to adapt the weighting of the channels to the used mosaic filters.

The special case "no color filter" leads to a low-pass filter for suitable adjustment of the coefficients.

In another multiplexer stage, the six analog channels (two each for R, G, B) are switched such that up to two channels can be switched together.

In the case of color signal processing, color-equal signals ( $*C_r, *C_g, *C_b$ ) are combined. A third average stage ( $*C_y$ ), which combines all three color channels, generates a measure for the luminance of the selected "macropixel."

The pixel arrangement according to the invention leads, in particular, to the following advantages:

Good color image reproduction can be achieved with minimal color interference through improved "cositing":

For the reproduction of image information on a display, the brightness values of all three color channels are required for each pixel. For image capture by sensors with color mosaic filters, the actually measured value is available for each pixel only for one color channel, the two other color values must be determined through interpolation from the adjacent pixels that exhibit the corresponding color masking. The ideal cositing mentioned here means that there is good agreement of the center-of-gravity position for the various color pixels referenced for the interpolation.

In the case of an exact hexagonal array (row and column pitch do not have the same size), the center of gravity of each discrete color pixel is identical to the center of gravity of the two complementary, virtual color pixels calculated from the three directly adjacent pixels. In the case of an orthogonal array shifted relative to each other (semi-hexagonal, therefore identical row and column pitch), slight deviations ( $< 1/8 c$  with  $c =$  grid constant) are achieved. In contrast, for previously known color mosaic filters, the virtual center of gravity of the color n-tuple deviates by at least  $c\sqrt{2}$  from the center of gravity of the individual color pixels.

/12

A complicated intermediate storage of analog values, which is required for calculating color information for known sensors, which only allow strict single-row addressing, is no longer

necessary. Pixels with identical column indices from even-numbered and odd-numbered rows are read by separate column lines and transmitted over a suitably flexible multiplexer structure to the video bus with six parallel channels (RGB for even-numbered and odd-numbered rows). For simultaneous addressing of up to three rows, the image information of three color pixel groups of the relevant star can be processed separately by separate readout channels (weighted, averaged).

Under-sampling with simultaneous conversion from a hexagonal to orthogonal scanning grid is possible: a compression of the amount of data is important for the transmission of image information over channels with minimal bandwidth (e.g., image telephony) or for data storage. The pixel arrangement proposed according to the invention together with the multiplexer scheme enables an operating change of the sensor between compressed image data output (with the corresponding resolution losses) and full-picture resolution. For the compression of image data, e.g., in each even-numbered row, every second pixel can be addressed. In addition, for the actual color values determined by the corresponding color filter layer, the interpolated color values are output from the directly adjacent cells with the complementary color filter layers. In this case, the geometric arrangement of read pixels lies on an orthogonal sub-grid. For preventing typical under-sampling effects (aliasing), the signal must be low-pass filtered. This low-pass filtering should exhibit a coherence length that is greater than or equal to the half-grid spacing of the under-sampled grid. /13

In Figure 8, the top pixel arrangement illustrates an example for such under-sampling, also called sub-sampling, with low-pass filtering. The black pixels represent the points of the under-sampled grid, the bright pixels show the pixels of the original grid included in the calculation of a new grid point. With the use of the "staggered hex RGB" pattern, this model of under-sampling leads again to a staggered hex RGB pattern with 1/4 the amount of data. Because all surface elements or pixels of the full matrix are considered, the Moiré pattern can be significantly reduced relative to a simple under-sampling (through exclusive reading of the dark elements).

The lower pixel arrangements represent an example for under-sampling with a grid transformation. From the staggered hex RGB pattern, the pattern becomes the orthogonal SONY MAVICA pattern through corresponding under-sampling. This transformation is especially meaningful when a display corresponding to the Sony Mavica color matrix is available. However, images are recorded with a staggered hex camera.

#### List of reference symbols

B	Pixel
Z	Center of gravity
S	Radiation direction of a line of symmetry

M Multiplexer circuit  
 V Processing unit  
 G Weighting network

### Claims

/15

1. Light-sensitive sensor unit for an electronic camera with a flat, grid-like arrangement of pixels with columns and rows, where the pixels can be individually addressed by means of an address decoder and are connected column-wise to read lines and can be read by a readout unit, characterized in that in each column there are at least two read lines, which are connected to pixels arranged in corresponding columns and also to a readout unit, so that a selected, center pixel can be read electrically independent of and isochronously with directly and/or indirectly adjacent pixels, which together form a group.

2. Light-sensitive sensor unit according to Claim 1, characterized in that the pixels have a voltage output that is connected to a read line, and signal averaging of the pixels read isochronously on one read line is performed.

3. Light-sensitive sensor unit according to Claim 1 or 2, characterized in that individual pixels, which are arranged in a common column and are related by an equal weighting factor that is fixed for each pixel, can be read with a common read line.

4. Light-sensitive sensor unit according to Claim 3, characterized in that each read line is connected to a weighting circuit, which performs the weighting of the read pixels.

5. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 2-4, characterized in that the signal averaging corresponds to the geometric average value of brightness values for the use of pixels operating logarithmically.

/16

6. Light-sensitive sensor unit according to Claim 4 or 5, characterized in that the read lines are switched by an n of m multiplexer to the weighting circuit.

7. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 4-6, characterized in that the weighting circuit exhibits a first weighting stage, which multiplies the read signal with the number of pixels connected to the read line, as well as with a factor that corresponds to the position of the pixels read isochronously in the group.

8. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 2-7, characterized in that there is a multiplexer, which switches together the read lines of adjacent pixels that are preferably arranged concentrically around the center pixel and which enables an averaging of pixels arranged point-symmetrically to the center pixel.

9. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 1-8, characterized in that, for the design of a color-capable camera the pixels are allocated to the primary colors red, green, and blue, the pixel arrangement and the color association is selected for individual pixels such that

the center pixel of a primary color is directly adjacent to pixels of the other primary colors, the pixels are arranged in a geometrically strict cyclical sequence relative to their color association, and the strict cyclical sequence of color association of adjacent pixels is achieved in all directions of symmetry, which is predetermined through the geometric arrangement of pixels.

10. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 7-9, characterized in that the weighting circuit has a second weighting stage that performs a separate weighting according to color classes.

/17

11. Light-sensitive sensor unit according to Claim 10, characterized in that the signals of the weighted color classes are supplied separately from each other to a post-processing unit, in which the signals of the individual color classes are weighted and averaged in order to form a pixel group signal.

12. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 1-11, characterized in that the pixels are arranged according to a hexagonal grid structure.

13. Light-sensitive sensor unit according to Claim 12, characterized in that the pixels are designed and arranged such that the center of gravity of the center pixel coincides with a common center of gravity of pixels, which belong to the same color class and are directly adjacent to the center pixel.

14. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 1-3, characterized in that the pixels have a square, rectangular, or hexagonal shape.

15. Light-sensitive sensor unit according to Claim 14, characterized in that the arrangement of individual pixels corresponds to a grid structure, which results from an overlapping of two comb-shaped orthogonal grids shifted relative to each other.

16. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 9-15, characterized in that there are different filter layers corresponding to the primary colors for color association of the pixels.

17. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 1-16, characterized in that the sensor unit is assembled from HDRC sensors with pixels, whose output signals exhibit a logarithmic characteristic line.

/18

18. Light-sensitive sensor unit according to Claim 17, characterized in that the HDRC sensors are mounted on a carrier substrate and feature a reflection-reducing layer on their side facing the carrier substrate.

19. Light-sensitive sensor unit according to one of Claims 12-18, characterized in that a pixel group comprises a sept-tuple, which is ordered over five column-shaped read lines and three row-shaped select lines.

20. Method for reading and evaluating pixels in a light-sensitive sensor unit according to one of Claims 9-19, characterized in that a parallel, isochronous addressing of at least one group

of pixels is performed, where this group of pixels is arranged around a selected pixel, the center pixel, and a readout unit reads isochronously the adjacent pixels belonging to the center pixel according to color class.

21. Method according to Claim 20, characterized in that the group comprises pixels that feature a common center of gravity, which coincides with the center of gravity of the center pixel or at least lies close to the center of gravity of the center pixel.

22. Method according to Claim 20 or 21, characterized in that the pixel values of the common addressed image pixels are averaged during the readout process. /19

23. Method according to one of Claims 20-22, characterized in that the pixels are addressed selectively by a digital decoder.

24. Method according to Claim 23, characterized in that the size and number of groups of pixels to be addressed is fixed by the decoder.

25. Method according to one of Claims 20-24, characterized in that for a pixel arrangement, where the pixels are divided into rows and columns, all pixels are addressed in a column or a row separately by a column or row line.

26. Method according to Claim 25, characterized in that a targeted and separate addressing of column or row lines is performed by means of a decoder circuit.

27. Method according to one of Claims 20-26, characterized in that for the addressing of another center pixel in a predetermined propagation direction, new pixels are to be addressed in the propagation direction and opposing pixels of the same color class are replaced.

28. Method according to one of Claims 20-27, characterized in that for reading a center pixel, an arbitrary number of adjacent groups of pixels, which likewise feature a strict cyclical sequence in color association, are addressed and read also around the center pixel.

29. Method according to one of Claims 20-28, characterized in that weighting performed with an adjustable value is performed during the readout process at a predetermined readout rate on each read line. /20

30. Method according to Claim 29, characterized in that the weighting is performed corresponding to the number of pixels addressed or connected isochronously on one read line.

31. Method according to Claim 29 or 30, characterized in that the weighting is performed separately for the color classes through adjustable coefficients.

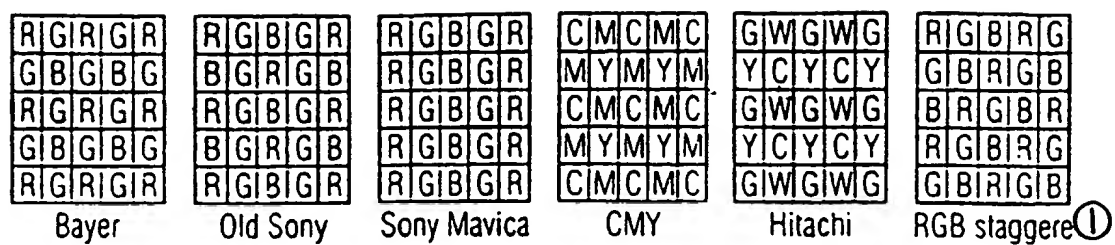


Figure 1

Key: 1      RGB staggered

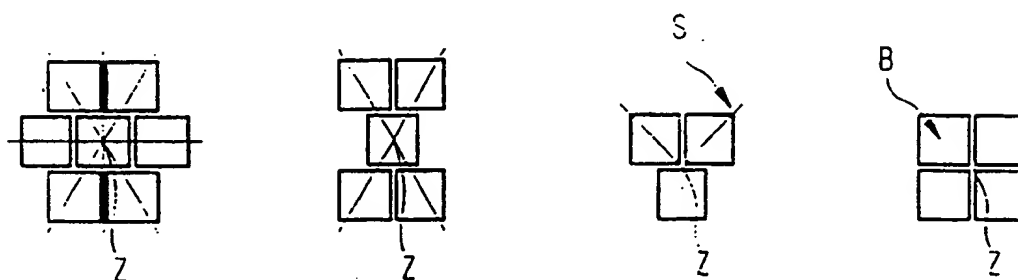


Figure 2

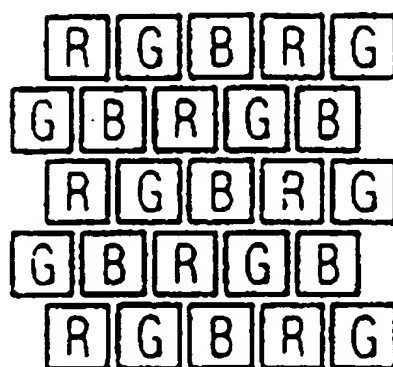


Figure 3

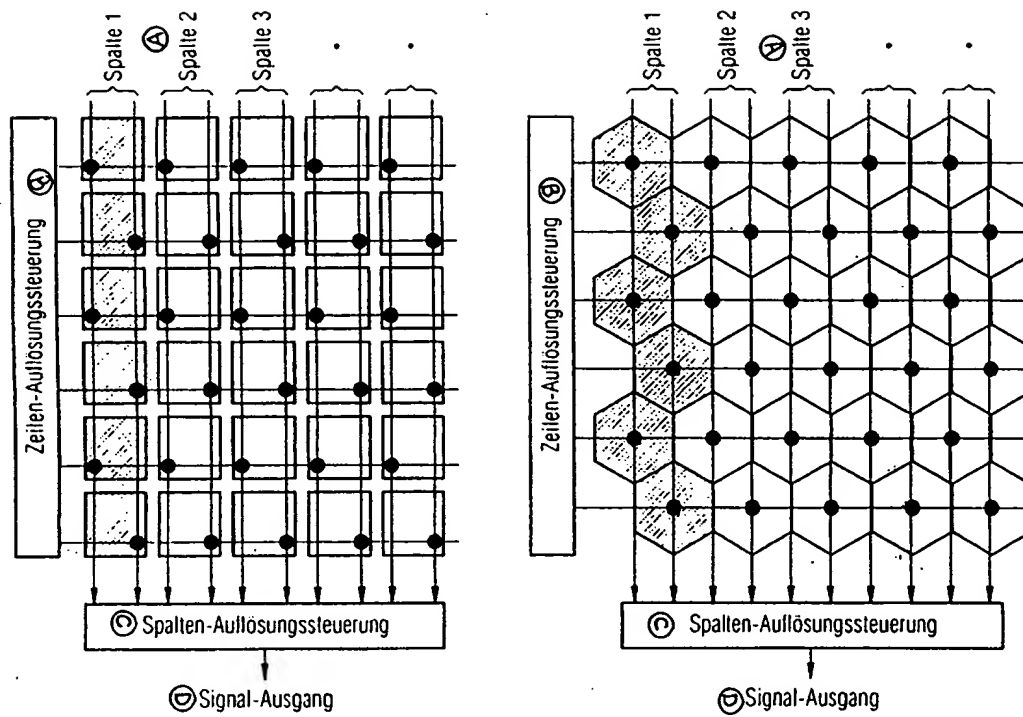


Figure 4

Key:

A	Column
B	Row-resolution control
C	Column-resolution control
D	Signal output



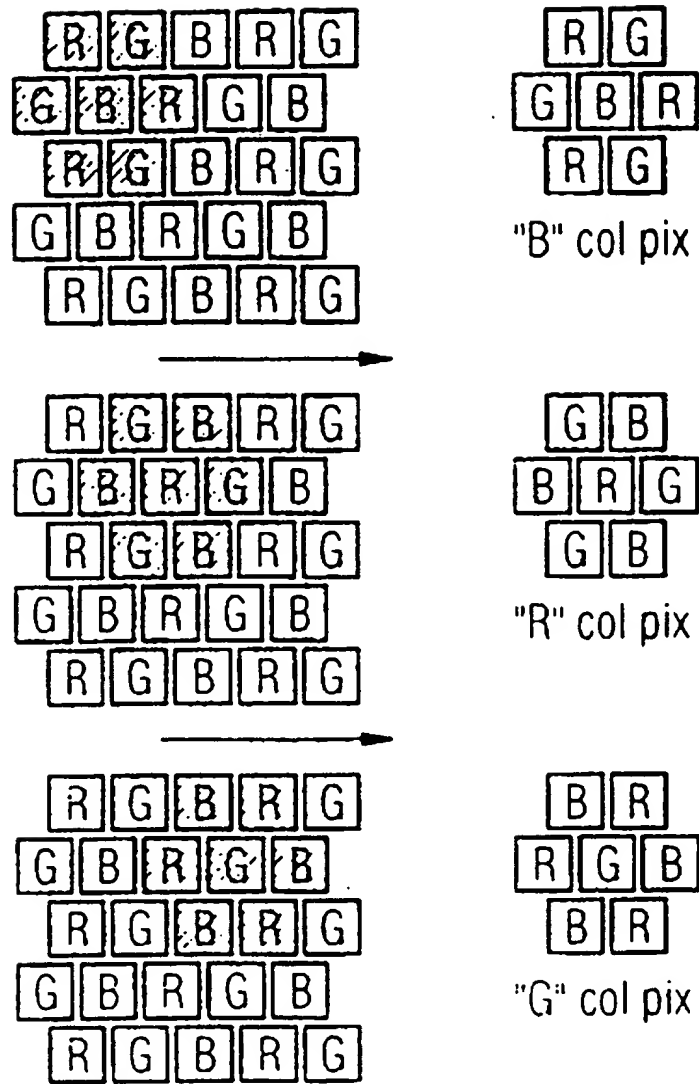


Figure 5

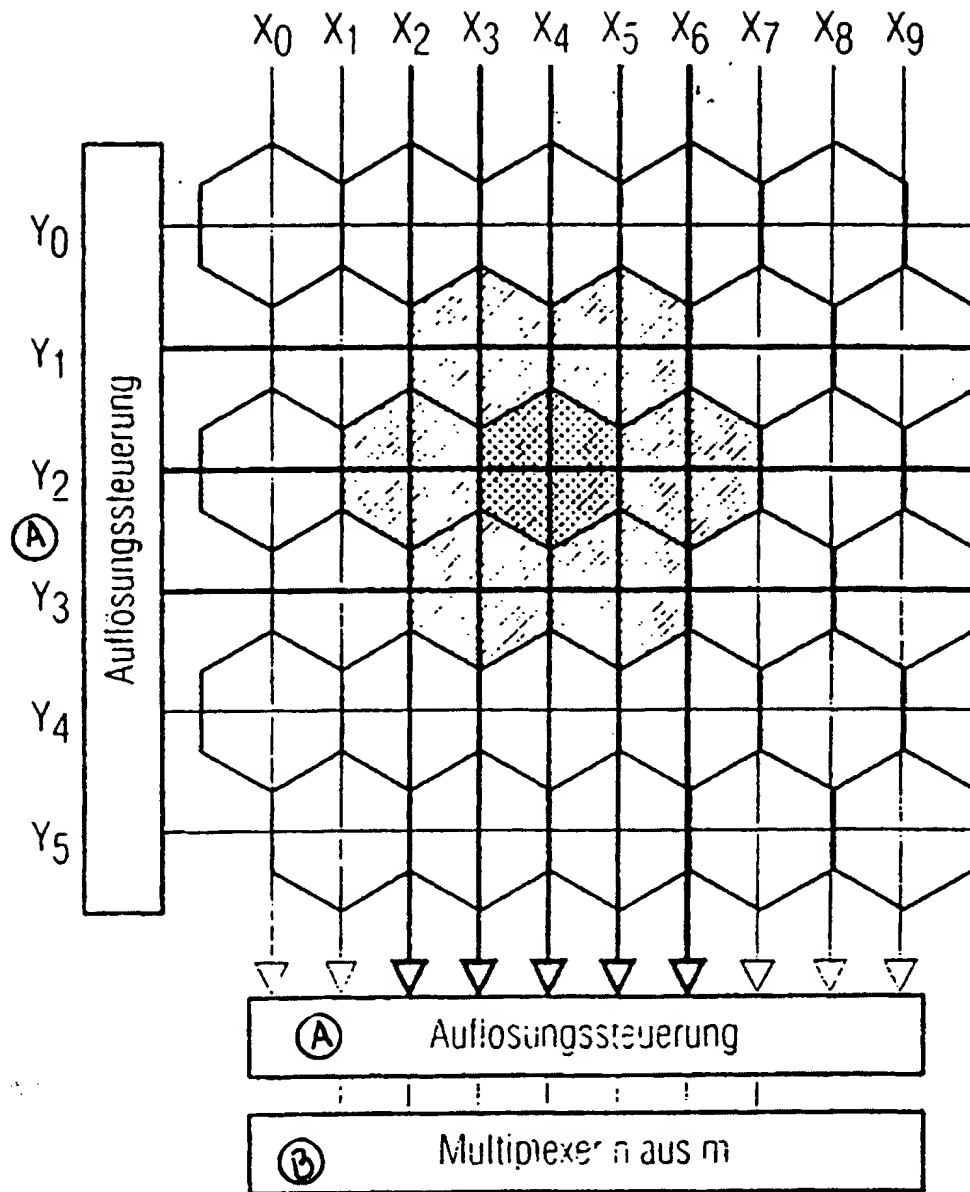


Figure 6

Key: A Resolution control  
 B Multiplexer n of m

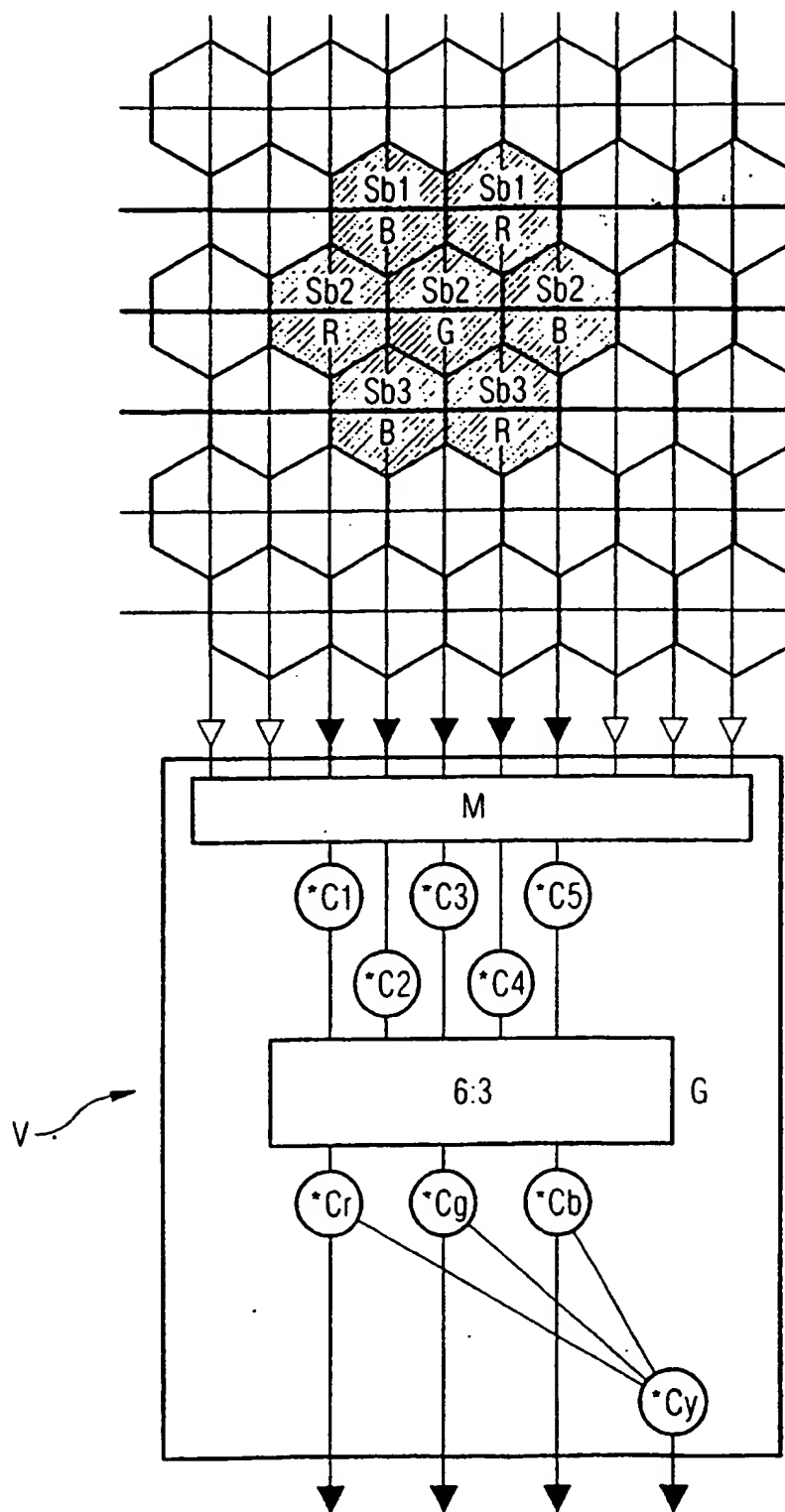


Figure 7

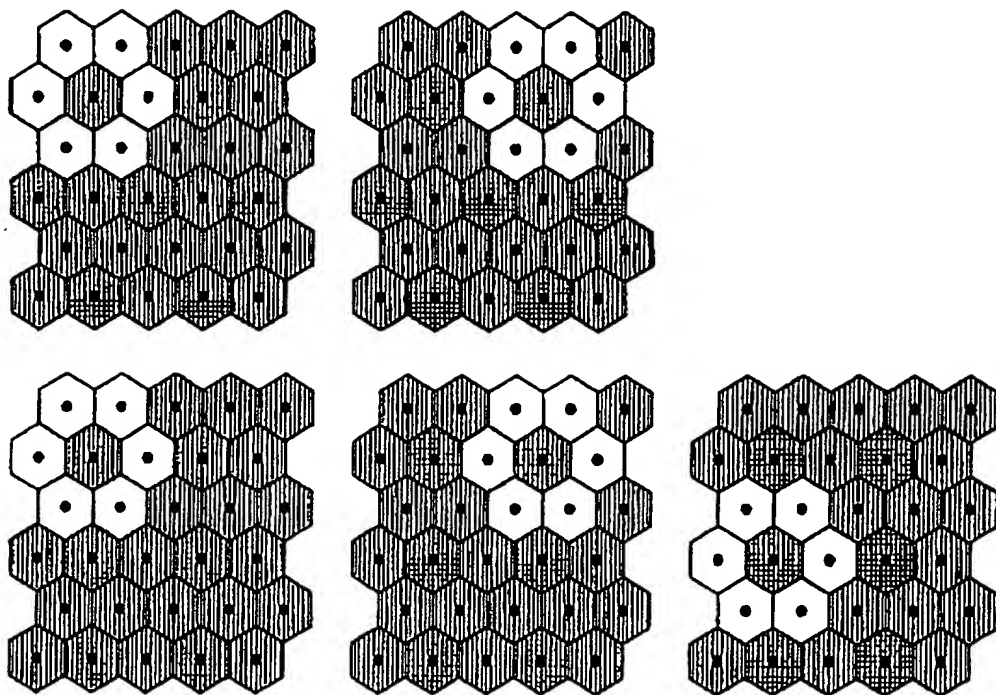


Figure 8

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>G06T</b>		<b>A2</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/19270</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 7. Mai 1998 (07.05.98)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE97/02527 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 30. Oktober 1997 (30.10.97)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 196 44 096.3      31. Oktober 1996 (31.10.96)      DE 197 00 381.8      8. Januar 1997 (08.01.97)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> INSTITUT FÜR MIKROELEKTRONIK STUTTGART [DE/DE]; Allmandring 30a, D-70569 Stuttgart (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> SEGER, Ulrich [DE/DE]; Im Dobel 10, D-71106 Magstadt (DE). APEL, Uwe [DE/DE]; Talstrasse 2, D-72666 Neckartailfingen (DE). HÖFFLINGER, Bernd [DE/DE]; Institut für Mikroelektronik, Allmandring 30a, D-70569 Stuttgart (DE). GRAF, Heinz-Gerd [DE/DE]; Im Dobel 10, D-71106 Magstadt (DE).  <b>(74) Anwalt:</b> RÖSLER, Uwe; Kanzlei München - Rösler, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SF).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	
<b>(54) Title:</b> LIGHT SENSITIVE SENSOR UNIT FOR AN ELECTRONIC CAMERA WITH A FLAT ARRANGEMENT OF PIXELS AND A METHOD OF READING PIXELS FOR COLOUR SIGNAL PROCESSING  <b>(54) Bezeichnung:</b> LICHTEMPFLINDLICHE SENSOREINHEIT FÜR EINE ELEKTRONISCHE KAMERA, MIT EINER FLÄCHIGEN ANORDNUNG VON BILDPUNKTEN SOWIE VERFAHREN ZUM AUSLESEN DER BILDPUNKTE ZUR FARBSIGNALVERARBEITUNG  <b>(57) Abstract</b> <p>Disclosed is a light sensitive sensor unit for an electronic camera comprising a flat, gridlike arrangement of pixels with columns and lines. The pixels are individually addressable by means of an address decoder and are connected in columns to read wires and can be read by a readout unit. The invention is characterized in that at least two read wires are provided in each column and are connected to pixels located in each column in addition to a readout unit so that a selected central pixel can be isochronously and electrically read, both independently and together with the directly and/or indirectly adjacent pixels forming a group together.</p> <b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Beschrieben wird eine lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische Kamera, mit einer flächigen, Spalten und Zeilen aufweisenden, gitterförmigen Anordnung von Bildpunkten, die mittels eines Adressdecoders einzeln adressierbar sind und die spaltenweise mit Leseleitungen verbunden und über eine Ausleseseinheit auslesbar sind. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß in jeder Spalte wenigstens zwei Leseleitungen vorgesehen sind, die mit, in der jeweiligen Spalte angeordneten Bildpunkten sowie mit einer Ausleseseinheit verbunden sind, so daß ein ausgewählter, zentraler Bildpunkt elektrisch unabhängig von und mit den unmittelbar und/oder mittelbar benachbarten Bildpunkten, die zusammen eine Gruppe bilden, zeitgleich auslesbar ist.</p>			

PTO 2002-4955

S.T.I.C. Translations Branch

Lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische Kamera, mit einer flächigen Anordnung von Bildpunkten sowie Verfahren zum Auslesen der Bildpunkte zur Farbsignalverarbeitung

### Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische Kamera, mit einer flächigen, Spalten und Zeilen aufweisenden, gitterförmigen Anordnung von Bildpunkten, die mittels eines Adressdecoders einzeln adressierbar sind und die spaltenweise mit Leseleitungen verbunden und über eine Ausleseeinheit auslesbar sind.

Insbesondere wird ein Bildsensor mit einer Bildpunkteanordnung beschrieben, die dazu geeignet ist, analoge Signalverarbeitungsschritte der Bildaufbereitung und -auswertung im Sensorbaustein durchzuführen. Eine konfigurierbare digitale Ansteuerlogik in Zusammenhang mit einem wahlfrei zugreifbaren Sensorarray und der Einrichtung mehrerer paralleler Signalpfade macht die Helligkeitsinformation für jeden Farbkanal für jeden einzelnen Bildpunkt gleichzeitig verfügbar. Ein Farbkanal wird dabei direkt aus dem Bildpunkt, die beiden anderen durch Interpolation aus den direkten Nachbarn abgeleitet. Dies legt die Grundlage für verschiedene analoge „On-Chip“-Signalverarbeitungsfunktionen.

### Stand der Technik

Zur Aufnahme von Farbbildern mit Halbleiter-Sensoren werden mehrere Verfahren angewandt. Die Verfahren unterscheiden sich aufgrund unterschiedlicher zugrundeliegender Sensorstrukturen (CCD\_IT, CCD\_FT, CIT, CMOS\_xy ...), ihrer Adressierungsmöglichkeiten (linear-, random-, Multipixelaccess), ihrer Farbfiltertechnik (RGB,

CMY, CMYW ...) -Anordnung (orthogonal, hexagonal) und Form (Quadrat-Pixel, Rechteck-Pixel) und nicht zuletzt auch durch das vorgeschaltete optische Abbildungssystem (Strahlteiler, Monocular+Filterrad) oder im System integriertes Beleuchtungssystem (z.B. stroboskopisch farbige Beleuchtung).

Gemeinsam ist diesen Verfahren der Farberfassung, daß zur Detektion ein a priori monochromatischer Chipsensor verwendet wird, wobei die „Farbaufspaltung durch die „Erfassung“ eines Bildes in mehreren, z.T. überlappenden spektralen Kanälen durchgeführt wird. Die Berechnung des Farbwertes (d.h. die Lage eines Farbwertes in einem 3dim. Farbraum) erfolgt anschließend i.d.R. außerhalb des Sensor-Bausteins.

Die einfachste Methode, ein Farbbild zu gewinnen, ist die Verwendung eines rotierenden Filterrades mit den unterschiedlichen Farbfiltern im optischen Strahlengang. Dieses Verfahren bietet auch das beste „Cositing“, d.h. Übereinstimmung von gemessenem Farbwert und dem Ort des Meßpunktes, da ein und derselbe Bildpunkt für die sequentielle Erfassung in verschiedenen Farbkanälen verwendet wird und sich Fehler in allen Kanälen gleich auswirken. Diese Aufnahmetechnik ist jedoch aufgrund der damit erreichbaren Aufnahmegeschwindigkeit (begrenzt durch die Filterrad-Geschwindigkeit und die Notwendigkeit, mehrere Farbauszüge sequentiell zu erstellen) weniger gut für die Bewegtbildaufnahme geeignet.

Ähnliches gilt für Kamerasysteme, welche mit stroboskopischer farbiger Beleuchtung arbeiten. Derartige Systeme sind jedoch fremdlichtempfindlich und deshalb nur im Nahfeld, möglichst ohne Fremdlicht, einsetzbar. (Bspw. Endoskopie).

Die beste Farbauflösung bei der Bewegtbildanalyse erreichen Kamerasysteme mit 3-Chip - Anordnung, welche jeden Punkt des Objektraumes auf drei od. 4 Sensormatrizen verteilen, jeden optischen Kanal separat filtern und so zu drei bzw. vier unterschiedlichen zeitgleich aufgezeichneten Repräsentationen desselben Bildpunktes (objektbezogen) führen.

Ebenfalls sehr gute Ergebnisse erreichen Farbscannersysteme mit je einer getrennten Zeile für jeden Farbkanal, welche mit mehreren, mit unterschiedlichen Farbfiltern belegten Sensoren eine Szene im Zeitmultiplex aufnehmen

Die kostengünstigste Realisierung von Farbsensoren, gleichzeitig aber qualitativ minderwertigste Ausführung ist die Einchiplösung mit Farbmosaikfiltern, bei der die Farbbildpunkte durch das Aufbringen einer mosaikartig strukturierten Filterschicht unmittelbar auf die Sensorzellen gebildet werden. Diese Realisierung wird aber aufgrund der Herstellkosten in nahezu allen Niedrigpreisanwendungen favorisiert. Dabei wird eine Unterabtastung des Chrominanzwertes in Kauf genommen.

Für die numerische Beschreibung von Farbwerten werden bislang im wesentlichen folgende Farbmodelle verwendet:

- RGB-Farbmodell
- CMYK- oder CMY- Farbmodell
- HSV-Farbmodell

Jedes dieser Farbmodelle erfordert die Repräsentation eines Abbildes in verschiedenen Farbauszugsbildern, die zur Deckung gebracht werden müssen und aus welchen ein Farbwert für jeden Ortspunkt auf dem Sensor zugeordnet werden muß. Dazu werden, wie o.g., z.B. Farbfilter (CFA color filter arrays) auf den Sensor aufgebracht und lithografisch strukturiert, so daß die Signale einzelner Sensorpunkte einem „Farbkanal“ zugeordnet werden können. Die Signale mehrerer Sensorzellen müssen dann miteinander verrechnet werden.

Gängige Farbfiltersysteme sind das Bayer-Muster, das Old Sony Muster, das SONY Mavica-Filter, das CMY-Muster, das Hitachi-Muster und ein generisches RGB(Staggered) Muster (siehe Figur 1. in der beschriebenen Reihenfolge von links nach rechts).



Die zugrundeliegende Sensoranordnung ist in nahezu allen Fällen eine orthogonale Matrix mit weitgehend linear arbeitenden Sensorzellen.

Ein Maß für die Güte eines Mosaikmusters ist das sog. „Cositing“ d.h. die Güte, mit der die errechneten Farbauszugsmuster zur Deckung gebracht werden können. Sind Farbpunkte nicht exakt zur Deckung zu bringen, so resultieren bei der Abbildung von Kanten Farbsäume, die sich störend auswirken. Diese Farbsäume entstehen auch bei Kameras mit Filterrad, wenn sich die Szene so schnell ändert, daß sich zwischen der Auslesung des ersten und des darauffolgenden Farbauszuges bereits eine Verschiebung von Objekten ergeben hat.

Bekannte Farbfiltersystem sind bspw. in den nachfolgenden Beiträgen beschrieben: M.A.Kriss, "Color Filter Arrays for Digital Electronic Still Cameras", Proceedings of IS&T's 49<sup>th</sup> Annual Conference, Seite 272-278, 1995; Jaroslav Heynecek, BCMD-An Improved Photosite Structure for High-Density Image Sensors, IEEE Transaction on Electron Devices, Vol 38, No.5, Seite 1011-1020, Mai 1991; John E. Greivenkamp, „Color dependent optical prefilter for the suppression of aliasing artifacts“, Applied Optics / Vol. 29, No.5, Feb. 1990; und K.A.Parulski, „Color Filters and Processing Alternatives for One-Chip Cameras“, IEEE Transaction on Electron Devices, Vol. ED-32, No.8, Seite 1381-1389, August 1985.

### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische, vorzugsweise farbfähige Kamera mit einer flächigen Anordnung von Bildpunkten derart auszugestalten, daß die Farbsignalauswertung schneller und mit erhöhter Qualität möglich sein soll. Insbesondere soll die Sensoreinheit die schnelle Signalverarbeitung von HDRC-Bildsensoren, also lichtempfindlichen Sensoren, deren Ausgangskennlinie logarithmisch verläuft, weitgehend vollständig nutzen. Schließlich soll ein Verfahren zur integrierten Signalaufbereitung angegeben werden, welches sich auf eine variable Bildsensorarchitektur abstützt und eine schnelle Signalverarbeitung erlaubt.

Die Lösung der Erfindung ist im Anspruch 1 angegeben, in dem eine lichtempfindliche Sensoreinheit beschrieben ist. Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist Gegenstand des Anspruchs 20. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist eine lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische Kamera, mit einer flächigen, Spalten und Zeilen aufweisenden, gitterförmigen Anordnung von Bildpunkten, die mittels eines Adressdecoders einzeln adressierbar sind und die spaltenweise mit Leseleitungen verbunden und über eine Ausleseeinheit auslesbar sind, derart ausgebildet, daß in jeder Spalte wenigstens zwei Leseleitungen vorgesehen sind, die mit, in der jeweiligen Spalte angeordneten Bildpunkten sowie mit einer Ausleseeinheit verbunden sind, so daß ein ausgewählter, zentraler Bildpunkt elektrisch unabhängig von und zeitgleich mit den unmittelbar und/oder mittelbar benachbarten Bildpunkten, die zusammen eine Gruppe bilden, auslesbar ist.

Zur zeitgleichen Auslesung von Bildpunkten, die in einer Spalte angeordnet sind, ist es nötig, wenigstens zwei getrennte Leseleitungen pro Spalte vorzusehen. Unter dem Begriff Spalte ist hierbei jedoch nicht nur der streng lineare Fall von senkrecht untereinander angeordneten Bildpunkten gemeint, sondern es können auch Bildpunkt leicht versetzt untereinander angeordnet sein, die zu einer Spalte zu rechnen sind, wie es beispielsweise bei hexagonalen Gittern der Fall ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Auslesen- und Auswerten von Bildpunkten in der vorstehend beschriebenen lichtempfindlichen Sensoreinheit sieht eine parallele Adressierung von wenigstens einer Gruppe von Bildpunkten vor, die um einen ausgewählten Bildpunkt, dem zentralen Bildpunkt angeordnet ist, und liest zeitgleich mittels einer Ausleseeinheit die benachbarten Bildpunkte nach Farbklassenzugehörigkeit mit dem zentralen Bildpunkt aus.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Idee der parallelen Adressierung und Verarbeitung von Nachbarschaftsgruppen zu einem ausgewählten zentralen Bildpunkt zugrunde. Das Verfahren bedient sich dabei einer Zerlegung einer Faltungsoperation – dertige Faltungs- bzw. Filteroperationen werden in der Bildverarbeitung und -auswertung häufig zur Kontrastverstärkung und zur Glättung benutzt – in eine Reihe von Bildpunktezugriffen, bei denen die entsprechend einer Faltungsmatrix gleichgewichteten Bildpunktgruppen jeweils gemeinsam adressiert werden und deren Ausgangswerte bereits während des Auslesevorgangs gemittelt und nachfolgend gewichtet werden. Eine Verarbeitung der Sensorausgangswerte erfolgt dann teilweise auf der Ausgangsleitung, teilweise in einer nachgeschalteten analogen oder digitalen Arithmetikeinheit, die eine Mittelung der Einzelzugriffe auf die Bildpunktgruppen durchführt.

Das Filterverhalten solcher aktiven Bildpunktsensoren kann durch Veränderung der Ausdehnung gleichgewichteter Bildpunktgruppen an verschiedene Faltungskerne angepaßt werden. Für ein Sensorarray mit orthogonaler Anordnung müssen dazu die Adressdekoder in x- und y-Richtung getrennt auf die unterschiedliche Anzahl gleichzeitig zu adressierender Bildpunkte-Nachbarn eingestellt werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1      Übersicht der klassischen Color Filteranordnungen verschiedener Hersteller,
- Fig. 2      Bildpunktanordnungen mit zentralem Symmetriepunkt,
- Fig. 3      Anordnung von Bildpunkten, die jeweils den unterschiedlichen Grundfarben zugeordnet sind,

- Fig. 4      Prinzipdarstellung des erfindungsgemäßen Verlauf der Leseleitungen pro Spalte,
- Fig. 5      Sequenzdarstellung zum Wechsel der Bildpunkte einer Auslesegruppe, die jeweils zeitgleich ausgelesen werden,
- Fig. 6      parallelauslesbare Bildpunktgruppe in einer hexagonalen Gitteranordnung,
- Fig. 7      Auslese- und Verarbeitungseinheit für hexagonale Bildpunkteanordnung, und
- Fig. 8      Darstellung unterabgetasteter Gitterpunkte.

#### Darstellung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 ist zur Darstellung der Übersicht bekannter klassischer Color Filteranordnungen bereits in der Beschreibungseinleitung beschrieben worden.

Dem erfindungsgemäßen Auslese- und Auswerteverfahren liegt vorzugsweise eine sternförmige Anordnung fotoempfindlicher, räumlich zusammenhängender Bildpunkte B als wiederkehrende, gleichgroße Untergruppierungen zugrunde (siehe Figur 2), welche auf einem Substrat liegen, die lichtempfindliche Fläche darstellen und zeitgleich ausgelesen werden können. Die sternförmige Anordnung wird gebildet durch ein Zentrum Z, das dem Schwerpunkt eines fiktiven oder realen Bildpunktes entspricht, von dem mehreren „Strahlen“ S zu realen, auf einem regelmäßigen Gitter liegenden Bildpunkten derart ausgehen, daß die Lage der einzelnen Gitterpunkte mit Sensoren symmetrisch und äquidistant zum Zentrum gewählt wird.

Ein Farbmuster für die erfindungsgemäße, lichtempfindliche Sensoreinheit ist in Figur 3 dargestellt, das die Bildpunkte in einer Art hexagonalen Anordnung zeigt, wobei sich die Farbzugehörigkeiten für die Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) in

der angegebenen Weise zyklisch abwechseln. Die Anordnung entstammt der Überlagerung zweier orthogonaler Gitter, die kammartig ineinander verschoben sind.

In Figur 4 ist eine erfindungsgemäße Zuteilung von zwei Leseleitungen pro Spalte für den Fall einer orthogonalen Gitteranordnung (siehe linke Bilddarstellung) sowie für den Fall einer hexagonalen Gitteranordnung (siehe rechte Bilddarstellung) von Bildpunkten dargestellt. Im orthogonalen Fall ist jeder Bildpunkt direkt mit jeweils zwei Leseleitungen verbunden, wohingegen im hexagonalen Fall durch die leicht versetzte Anordnung von Bildpunkten pro Spalte jeder Bildpunkt mit einer Leseleitung verbunden ist.

Zum Auslesen werden die Bildpunkte abwechselnd auf die Leseleitung für geradzahlige und ungeradzahlige Zeilennummern geschaltet, so daß jede Leseleitung jeweils nur die Hälfte der Bildpunkte pro Spalte erfaßt.

In Figur 5 sind jeweils die Bildpunkte, die für den Auslesevorgang zeitgleich adressiert sind und simultan ausgelesen werden, schattiert hinterlegt. So wird die Bildpunktgruppe im ersten Auslesevorgang (Fig. 5 a), die sich zyklisch um den zentralen Bildpunkt B gruppiert, gemeinsam mit dem zentralen Bildpunkt B ausgelesen.

In einem unmittelbar darauffolgenden Ausleseschritt wird die in der Propagationsrichtung (siehe Pfeil) nächstgelegene Bildpunktgruppe um den zentralen Bildpunkt R adressiert und ausgelesen u.s.w. (siehe die Figuren 5 b und c).

Für den speziellen Fall eines Sensorarrays mit hexagonaler Bildpunktanordnung, die in Figur 6 dargestellt ist, sind die im folgenden beschriebenen Punkte für eine Auflösungssteuerung wichtig.

Mit der Verwendung von getrennten Spaltenleitungen ( $x_0, \dots, x_9$ ) für gerad- und ungeradzahlige Zeilen entsteht die Möglichkeit, gleichzeitig mit einem zentralen Bildpunkt den Ring der 6 nächsten Nachbarn zu adressieren. Dazu sind jeweils die benachbarte Zeile über und unter dem Zentralbildpunkt, sowie jeweils zwei Nachbarspalten

rechts und links zusätzlich zu adressieren. Der hexagonale Aufbau erlaubt die Verwendung identischer Gewichtungskoeffizienten für alle gleichzeitig erfaßten Bildpunkte. Das Videosignal, das sich durch das Zusammenwirken mehrerer Verstärker einstellt, gibt nach Simulationen den mittleren Helligkeitswert über alle aktivierten aktiven Sensor-Bildpunkte wieder.

Die über die Ausleseleitungen ( in der Figur fett gedruckt) aus dem Array herausgeführten Videosignale sind mittels einer geeigneten, für die Anwendung und die Zeilenanordnung entsprechend ausgelegten Multiplexerschaltung M auf mehrere Verarbeitungskanäle durchzuschalten. Ein weiterer Vorteil der doppelten Auslegung der Ausleseleitung ergibt sich aus der fuer die einzelne Ausleseleitung halbierten Anzahl der MOS-Schalter und der damit verbundenen Knotenkapazitäten. Damit faellt bei gleicher Treiberleistung im einzelnen Bildpunkt der Einschwingvorgang auf der Leseleitung nach dem Wechsel der adressierten Bildzeile deutlich kuerzer aus.

Für eine auf drei Spektralbereichen basierende Farbauswertung ergeben sich somit andere Multiplexerkonfigurationen als z.B. für eine Tiefpassfilterung monochromer Bildinhalte. Verschiedene Auslegungen dieses Multiplexers M können durch Programmierung oder analog zu den Gate-Arrays durch eine gemeinsame Masterstruktur mit unterschiedlichen Personalisierungen hergestellt werden.

Da die in der HDRC-Technik verwendeten Sensoren prinzipiell eine hohe Auslese-rate ermöglichen, können durch interne Parallelisierung die Auslesesignale analog ausgelesen und analog weitgehend verarbeitet werden. Auf die parallele Weiterverarbeitung wird noch an späterer Stelle eingegangen.

Die quasi hexagonale Anordnung bedingt, daß die ungeradzahligen Zwischenzeilen (odd-rows) um eine halbe Bildpunktbreite gegen die geradzahligen Reihen (even-rows) nach links versetzt sind. Die erste Zeile mit der Indizierung 0 ist also gegen die Kante eingezogen. Durch den Einsatz von zwei getrennten Spaltenleitungen für die gleichen Bildpunktadressen in odd- und even-rows kann ein einheitliches Lay-

out für alle Bildpunkte erzielt werden, damit ist trotz orthogonalem Layout die dichte Annäherung an ein echtes hexagonales Gitter gewährleistet.

Die zeitgleiche Adressierung von einem weiteren Bildpunkt-Ringen um den zentralen Bildpunkt kann im Randbereich nur dann störungsfrei aufrechterhalten werden, wenn das tatsächliche Sensorarray jeweils 1 Zeilen und 2 Spalten pro Seite mehr enthält, als für die Bilddarstellung verwendet werden (Randwertproblem bei Filtern).

In Figur 7 ist die in Figur 6 angegebene hexagonale Bildpunkteanordnung erweitert mit einer schematisierten Auslese- und Verarbeitungseinheit dargestellt. Die Bildpunkteanordnung ermöglicht eine Spannungsmittelwertbildung der gepufferten Spannungsausgänge auf den Leseleitungen. Im Falle logarithmischer Eingangswerte ergibt sich mit guter Näherung das geometrische Mittel der Eingangswerte.

Eine spezielle Dekoderanordnung erlaubt die Selektion von  $j$  aus  $i$  Zeilen. Eine weitere Dekoderanordnung, die einen Multiplexer steuert, erlaubt durch geeignete Beschaltung die Auswahl von  $n$  aus  $m$  Leitungen. In Figur 7 werden, bspw. 5 der 10 dargestellten Leitungen ausgewählt und auf die Gewichtsschaltung  $C_1, \dots, C_5$  aufgeschaltet.

Ferner ist eine Farbkanalgewichtungs und -Verarbeitungseinheit  $V$  vorgesehen, so daß die Ausgänge aller zeitgleich adressierter Bildpunkte parallel nach außen (zum Arrayrand) geführt werden und zeitgleich verarbeitet werden können.

In dem vorgegebenen Beispiel des hexagonal orientierten Sensors sind 5 Leitungen nötig um 7 Sensorpixel zeitgleich auszulesen. Eine Multiplexerlogik  $M$  zwischen Ausleseleitung und Gewichtungsnetzwerk  $G$  führt die jeweils adressierten Kanälen (bei Farbauswertung typischerweise 5 Kanäle) „ihren“ Verstärkern zu. Das Gewichtungsnetzwerk  $G$  besteht hierbei aus 6 Kanälen mit z.T. unterschiedlichen Gewichtungskoeffizienten ( $*C_1, \dots, *C_6$ ), von denen jeweils 5 gleichzeitig aktiv sind (2 „singles“, hier auf  $*C_1$  und  $*C_5$  geschaltet, 2 „pairs“ hier auf  $*C_2$  und  $*C_4$  geschaltet, 1 „center“ hier auf  $*C_3$  geschaltet). Bei Verwendung als farbfähiger Bildsensor muß die

Anordnung des Farbmosaikfilters entsprechend der in Figur 3 gezeigten Abfolge gestaltet sein, die gewährleistet, dass die direkten Nachbarn des Bildpunktes einer Farbklasse ausschliesslich zu den anderen Farbklassen gehören. Die Kanalverstärker können online programmierbar ausgeführt werden, um die Gewichtung der Kanäle den verwendeten Mosaikfiltern anpassen zu können.

Der Sonderfall „keine Farbfilter“ führt bei geeigneter Einstellung der Koeffizienten zu einer Tiefpassfilterung.

In einer weiteren Multiplexerstufe werden die 6 analogen Kanälen (je 2 für R,G,B) derart verschaltet, daß jeweils bis zu zwei Kanäle zusammengeschaltet werden können.

Im Fall der Farbsignalverarbeitung werden jeweils farbgleiche Signale ( $*C_r$ ,  $*C_g$ ,  $*C_b$ ) zusammengefasst. Eine dritte Mittelungsstufe ( $*C_y$ ) die alle drei Farbkanäle zusammenfasst, erzeugt ein Maß für die Luminanz des angewählten „Makropixels“.

Die erfindungsgemäße Bildpunkte-Anordnung führt insbesondere zu folgenden Vorteilen:

Eine gute Farbbildwiedergabe kann mit geringen Farbstörungen durch verbessertes „Cositing“ erreicht werden:

Für die Wiedergabe der Bildinformationen auf einem Display sind die Helligkeitswerte aller drei Farbkanäle für jeden Bildpunkt erforderlich. Bei der Bilderfassung durch Sensoren mit Farb-Mosaikfiltern steht für jeden Bildpunkt nur für einen Farbkanal der tatsächlich gemessene Wert zur Verfügung, die beiden anderen Farbwerte müssen durch Interpolation aus benachbarten Bildpunkten, die die entsprechende Farbmaskierung aufweisen, ermittelt werden. Das hier angesprochene ideale Cositing bedeutet, daß eine gute Übereinstimmung der Schwerpunktlage der für die Interpolation herangezogenen verschiedenfarbigen Bildpunkte besteht.

Im Fall eines exakt hexagonalen Arrays (Zeilen- und Spaltenpitch sind nicht gleich



groß) ist der Schwerpunkt jedes diskreten Farbbildpunktes identisch mit den Schwerpunkten der beiden komplementären, aus jeweils drei direkte benachbarten Pixeln berechneten, virtuellen Farbbildpunkte. Im Fall eines ineinadergeschobenen orthogonalen Array (quasi hexagonal, dafür identische Zeilen- und Spaltenpitches) werden geringe Abweichungen ( $< 1/8 c$  mit  $c$ =Gitterkonstante) erreicht. Im Gegensatz dazu weicht bei bisher bekannten Farbmosaikfiltern der virtuelle Schwerpunkt des Farb-n-Tupels um mind.  $c \cdot \sqrt{2}$  von dem Schwerpunkt der einzelnen Farbbildpunkte ab.

Eine aufwendige Zwischenspeicherung analoger Werte, die bei den bekannten Sensoren, die nur eine streng einzeilige Adressierungen erlauben, zur Berechnung von Farbinformationen zwingend erforderlich ist, ist nicht mehr nötig. Bildpunkte mit identischen Spaltenindizes von gerad- und ungeradzahligen Zeilen werden jeweils über eigene Spaltenleitungen ausgelesen und über eine geeignete, flexible Multiplexerstruktur auf den Videobus mit 6 parallelen Kanälen (RGB jeweils für gerad- oder ungeradzahlige Zeilen) übertragen. Bei einer gleichzeitigen Adressierung von bis zu 3 Zeilen können somit die Bildinformation der 3 Farbpixelgruppierungen des betreffenden Sterns getrennt über eigene Auslesekanäle bearbeitet (gewichtet, gemittelt) werden.

Eine Unterabtastung mit gleichzeitiger Umsetzung von hexagonale auf orthogonale Abtastgitter ist möglich. Eine Kompression der Datenmengen ist für die Übertragung von Bildinformationen über Kanäle mit geringerer Bandbreite (z.B. Bildtelefonie) oder für die Datenspeicherung wichtig. Die erfindungsgemäß vorgestellte Bildpunktanordnung zusammen mit dem Multiplexerschema ermöglicht einen Betriebswechsel des Sensors zwischen komprimierter Bilddatenausgabe (mit den entsprechenden Auflösungsverlusten) und der Vollbildauflösung. Für die Kompression der Bilddaten kann z.B. in jeder geradzahligen Zeile jeder 2. Bildpunkt adressiert werden. Zusätzlich zu den durch die jeweilige Farbfilterschicht ermittelten tatsächlichen Farbwerten werden die interpolierten Farbwerte aus den direkt anschliessenden Zellen mit den komplementären FarbfILTERbeschichtungen ausgegeben. Die geometrische Anordnung der ausgelesenen Bildpunkte liegt in diesem Fall auf einem orthogonalen Untergitter.

Zur Vermeidung typischer Unterabtastungseffekte (aliasing) muß das Signal tiefpaßgefiltert werden. Diese Tiefpaßfilterung sollte eine Kohärenzlänge aufweisen, die größer oder gleich dem halben Gitterabstand des unterabgetasteten Gitters ist.

In Figur 8 obere Bildpunkteanordnung ist ein Beispiel für eine derartige Unterabtastung auch Subsampling genannt mit Tiefpassfilterung dargestellt. Die schwarzen Bildpunkte stellen die Punkte des unterabgetasteten Gitters dar, die hellen Bildpunkte zeigen die jeweils in die Bewertung eines neuen Gitterpunktes einbezogenen Bildpunkte des ursprünglichen Gitters. Bei Anwendung des „staggered hex RGB“-Patterns führt diese Form der Unterabtastung erneut auf ein staggered hex RGB Pattern mit 1/4 der Datenmenge. Da alle Flächenelemente bzw. Bildpunkte der vollen Matrix berücksichtigt werden, ist die Moire-Neigung gegenüber einer einfachen Unterabtastung (durch exklusives Auslesen der dunklen Elemente) deutlich verringert.

Die untere Bildpunktanordnungen stellen ein Beispiel für eine Unterabtastung mit einer Gittertransformation dar. Aus dem staggered hex RGB-Pattern wird durch Unterabtastung ein Pattern entsprechend dem orthogonalen SONY MAVICA Pattern. Diese Transformation ist besonders dann sinnvoll, wenn ein Display entsprechend der Sony Mavica-Farbmatrix zur Verfügung steht. Bilder jedoch mit einer staggered hex Kamera aufgenommen worden sind.

**BEZUGSZEICHENLISTE**

B	Bildpunkt
Z	Zentrum eines Schwerpunktes
S	Strahlrichtung einer Symmetrielinie
M	Multiplexerschaltung
V	Verarbeitungseinheit
G	Gewichtungsnetzwerk

### PATENTANSPRÜCHE

1. Lichtempfindliche Sensoreinheit für eine elektronische Kamera, mit einer flächigen, Spalten und Zeilen aufweisenden, gitterförmigen Anordnung von Bildpunkten, die mittels eines Adressdecoders einzeln adressierbar sind und die spaltenweise mit Leseleitungen verbunden und über eine Ausleseeinheit auslesbar sind, dadurch **gekennzeichnet**, daß in jeder Spalte wenigstens zwei Leseleitungen vorgesehen sind, die mit, in der jeweiligen Spalte angeordneten Bildpunkten sowie mit einer Ausleseeinheit verbunden sind, so daß ein ausgewählter, zentraler Bildpunkt elektrisch unabhängig von und zeitgleich mit den unmittelbar und/oder mittelbar benachbarten Bildpunkten, die zusammen eine Gruppe bilden, auslesbar ist.
2. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildpunkte einen Spannungsausgang aufweisen, der mit einer Leseleitung verbunden ist, und daß eine Signalmittelung der zeitgleich auf einer Leseleitung ausgelesenen Bildpunkte erfolgt.
3. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß einzelne Bildpunkte, die in einer gemeinsamen Spalte angeordnet sind und über einen gleichen Gewichtungsfaktor verfügen, der für jeden Bildpunkt festgelegt ist, mit einer gemeinsamen Leseleitung auslesbar sind.
4. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß jede Leseleitung mit einer Gewichtungsschaltung verbunden ist, in der die Gewichtung der ausgelesenen Bildpunkte erfolgt.
5. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Signalmittelung bei Verwendung logarithmisch

arbeitender Bildpunkte dem geometrischen Mittelwert der Helligkeiten entspricht.

6. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 4 oder 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leseleitungen über einen  $n$  aus  $m$  Multiplexer auf die Gewichtungsschaltung durchgeschaltet werden.

7. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsschaltung eine erste Gewichtungsstufe aufweist, in der eine Multiplikation des ausgelesenen Signals mit der Anzahl der auf der Leseleitung angeschlossenen Bildpunkte sowie mit einem Faktor, der der Stellung der in der Gruppe zeitgleich ausgelesener Bildpunkte entspricht, erfolgt.

8. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Multiplexer vorgesehen ist, der die Leseleitungen der benachbart, vorzugsweise konzentrisch um den zentralen Bildpunkt gelegenen Bildpunkte zusammenschaltet und eine Mittelung punktsymmetrisch zum zentralen Bildpunkt gelegener Bildpunkte ermöglicht.

9. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildpunkte für den Aufbau einer farbfähigen Kamera den Grundfarben Rot, Grün und Blau zugeordnet sind, daß die Bildpunktanordnung und die Farbzuhordnung zu den einzelnen Bildpunkten derart gewählt ist, daß der zentrale Bildpunkt einer Grundfarbe jeweils von Bildpunkten der anderen Grundfarben unmittelbar benachbart ist, daß die Bildpunkte in einer geometrisch streng zyklischen Abfolge hinsichtlich ihrer Farbzuhordnung angeordnet sind, daß die streng zyklische Abfolge der Farbzuhordnung jeweils benachbarter Bildpunkte in allen Symmetrierichtungen, die durch die geometrische Anordnung der Bildpunkte vorgegeben ist, gegeben ist.

10. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsschaltung eine zweite Gewichtungsstufe aufweist, die eine Gewichtung getrennt nach Farbklassen durchführt.

11. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Signale der gewichteten Farbklassen getrennt voneinander einer Weiterverarbeitungseinheit zugeführt werden, in der zur Bildung eines Bildpunktgruppensignals die Signale der einzelnen Farbklassen gewichtet und gemittelt werden.

12. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildpunkte gemäß einer hexagonalen Gitterstruktur angeordnet sind.

13. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildpunkte derart ausgebildet und angeordnet sind, daß der Schwerpunkt des zentralen Bildpunktes mit einem gemeinsamen Schwerpunkt der, den zentralen Bildpunkt unmittelbar benachbarten Bildpunkte, die jeweils der gleichen Farbkategorie angehören, zusammenfällt.

14. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildpunkte eine quadratische, rechteckige oder hexagonale Form aufweisen.

15. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Anordnung der einzelnen Bildpunkte einer Gitterstruktur entspricht, die sich aus einer Überlagerung zweier kammförmig ineinandergeschobener, orthogonaler Gitter ergibt.

16. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Farbzurordnung der Bildpunkte unterschiedliche, den Grundfarben entsprechende Filterschichten vorgesehen sind.

17. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Sensoreinheit aus HDRC-Sensoren zusammengesetzt ist mit Bildpunkten, deren Ausgangssignale einer logarithmischen Kennlinie unterliegen.
18. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach Anspruch 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die HDRC-Sensoren auf einem Trägersubstrat aufgebracht sind und an ihrer dem Trägersubstrat zugewandten Seite eine reflexmindernde Schicht aufweisen.
19. Lichtempfindliche Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Bildpunktgruppe aus einem 7-Tupel besteht, das über 5 spaltenförmig angeordnete Leseleitungen und über 3 zeilenförmig angeordnete Selektleitungen verfügt.
20. Verfahren zum Auslesen- und Auswerten von Bildpunkten in einer lichtempfindlichen Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 9 bis 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine parallele, zeitgleiche Adressierung von wenigstens einer Gruppe von Bildpunkten vorgenommen wird, die um einen ausgewählten Bildpunkt, dem zentralen Bildpunkt angeordnet ist, und daß eine Ausleseseinheit zeitgleich die benachbarten Bildpunkte nach Farbklassenzugehörigkeit mit dem zentralen Bildpunkt ausliest.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gruppe aus Bildpunkten besteht, die jeweils einen gemeinsamen Schwerpunkt aufweisen, der mit dem Schwerpunkt des zentralen Bildpunktes übereinstimmt oder zumindest nahe dem Schwerpunkt des zentralen Bildpunktes liegt.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bildpunktwerte, der gemeinsam adressierten  
Bildpixel während des Auslesevorganges gemittelt werden.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß durch einen digitalen Dekoder die Bildpunkte gezielt  
adressiert werden.
24. Verfahren nach Anspruch 23,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Größe und Anzahl der zu adressierenden Grup-  
pen von Bildpunkten durch den Dekoder festgelegt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß bei einer Bildpunktanordnung, bei der die Bildpunkte  
einer Zeilen- und Spalteneinteilung unterliegen, alle Bildpunkte in einer Spalte oder  
einer Zeile getrennt jeweils über eine Spalten- oder Zeilenleitung adressiert werden.
26. Verfahren nach Anspruch 25,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß eine gezielte und getrennte Adressierung von Spal-  
ten- oder Zeilenleitungen mittels einer Dekoderschaltung erfolgt.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß für die Adressierung eines weiteren zentralen Bil-  
dunktes in einer vorgegebenen Propagationsrichtung, in Propagationsrichtung neue  
Bildpunkte zu adressieren sind und entgegengesetzt angeordnete Bildpunkte der  
gleichen Farbklasse ersetzt werden.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 27,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß zum Auslesen eines zentralen Bildpunktes beliebig  
viele Nachbarschaftsgruppen von Bildpunkten um den zentralen Bildpunkt herum  
zusätzlich adressiert und ausgelesen werden, die ebenso einer strengen zyklischen  
Abfolge in der Farbzuordnung unterliegen.



29. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 28, dadurch **gekennzeichnet**, daß während des Auslesevorganges mit einer vorgegebenen Auslesefrequenz auf jeder Leseleitung eine mit einem einstellbaren Wert durchgeführte Gewichtung erfolgt.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gewichtung entsprechend der Anzahl der zeitgleich auf einer Leseleitung adressierten bzw. angeschlossenen Bildpunkte erfolgt.

31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gewichtung durch einstellbare Koeffizienten getrennt für die Farbklassen durchgeführt wird.

1/6

FIG 1

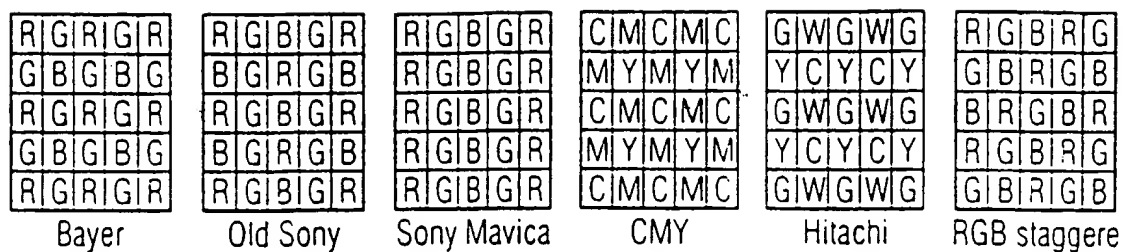


FIG 2

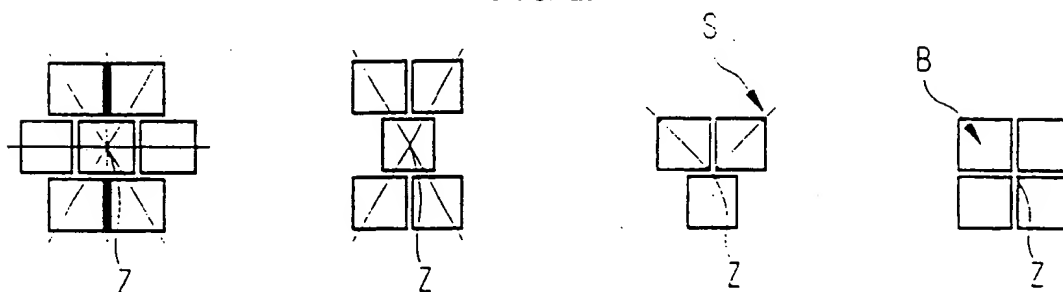
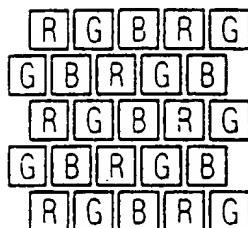
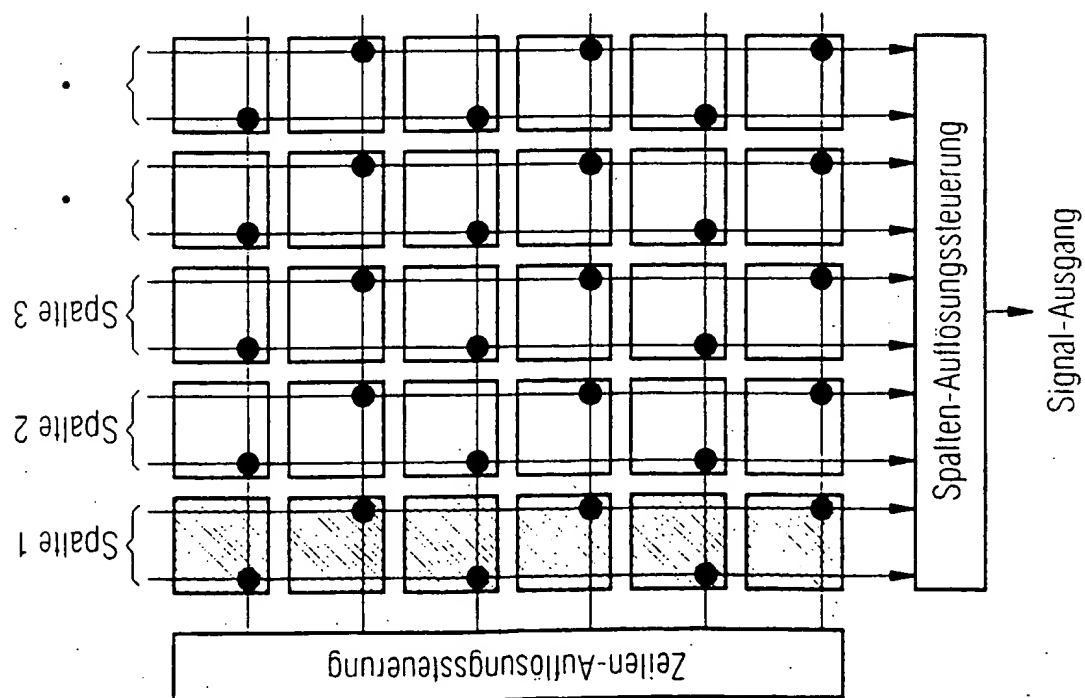
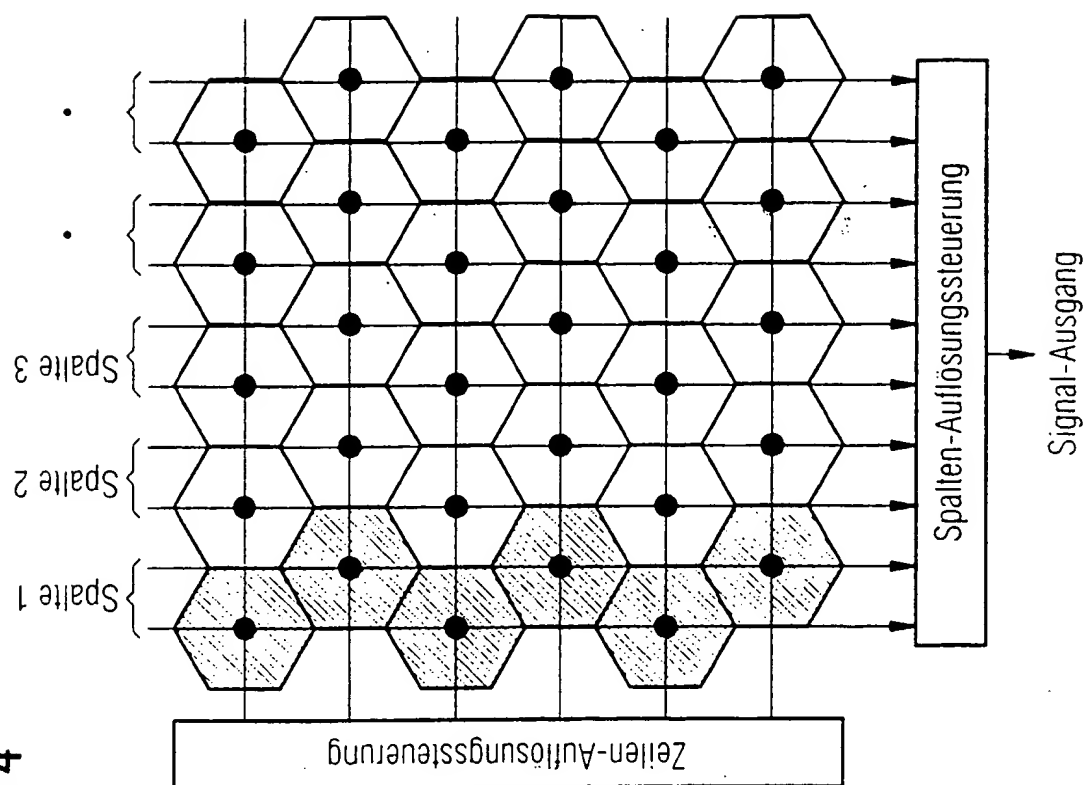


FIG 3



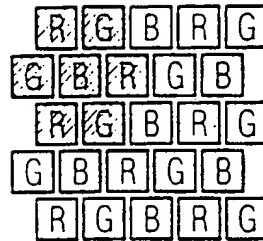
2/6

FIG 4



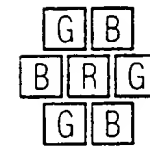
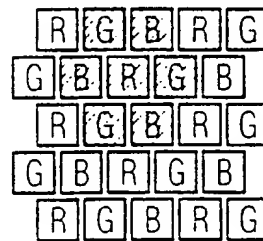
3/6

FIG 5A



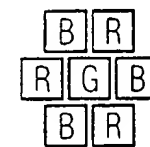
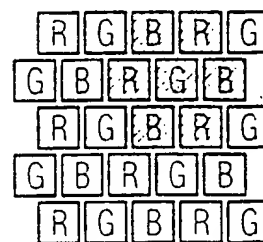
"B" col pix

FIG 5B



"R" col pix

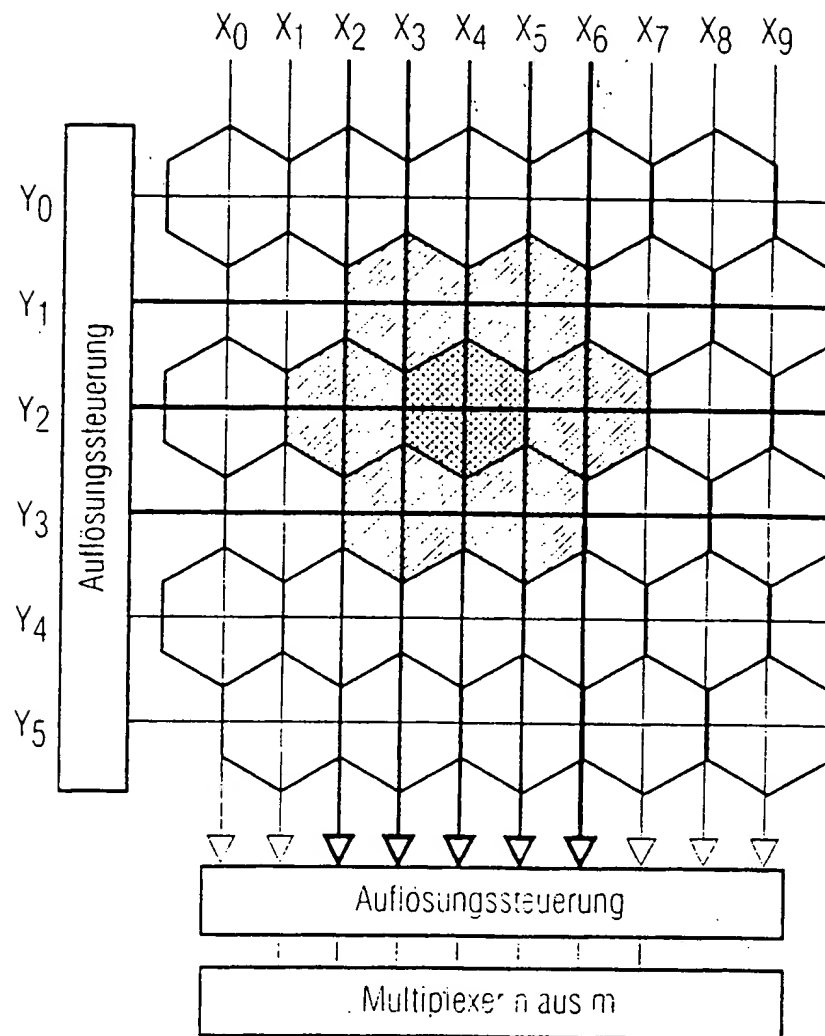
FIG 5C



"G" col pix

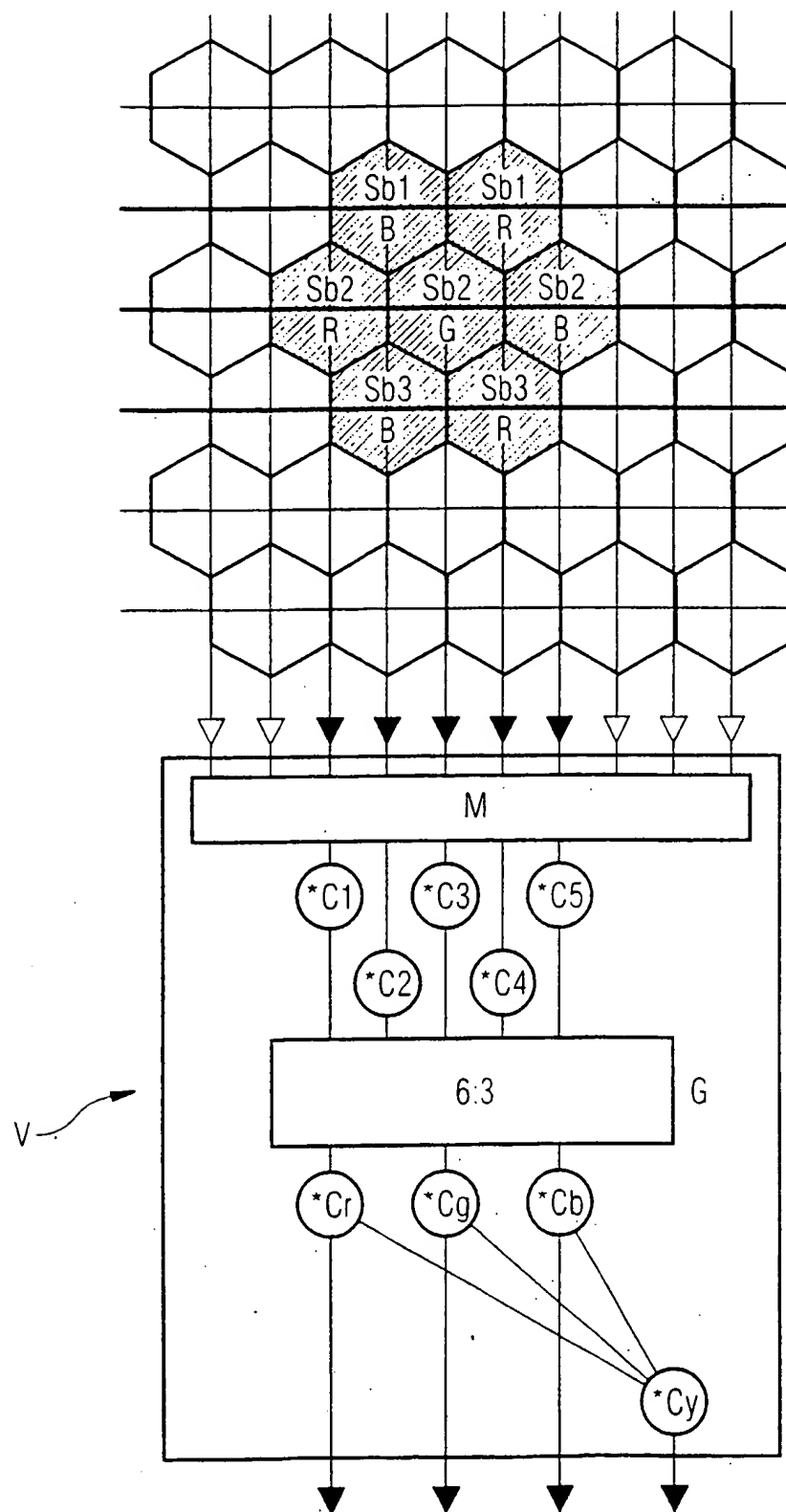
4/6

FIG 6



5/6

FIG 7

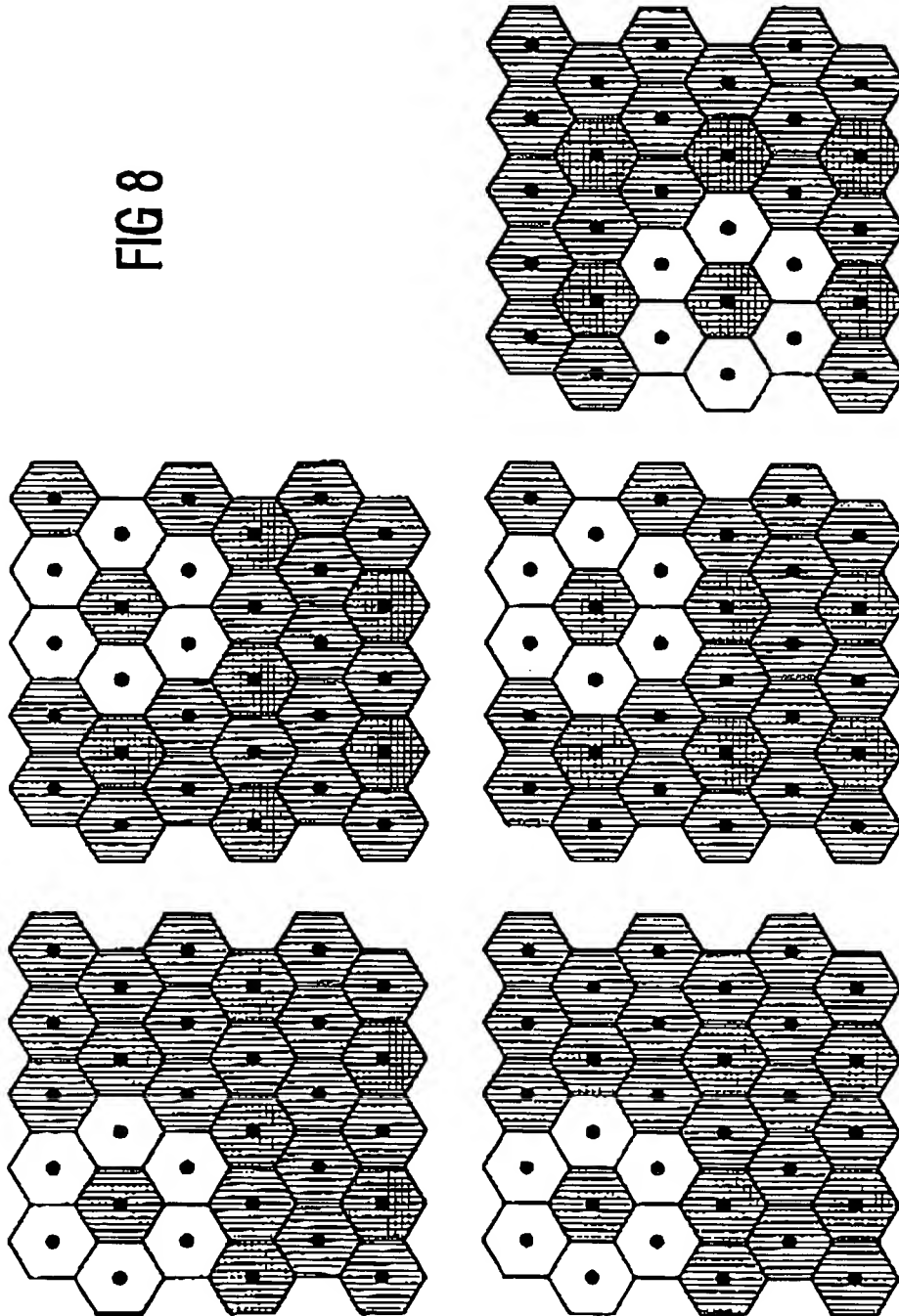


WO 98/19270

PCT/DE97/02527

6/6

FIG 8



ERSATZBLATT (REGEL 26)